

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    4 月 2 2 日  
Date of Application:

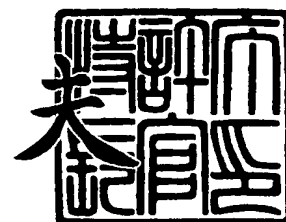
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 1 7 5 0 7  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 1 1 7 5 0 7 ]

出      願      人  
Applicant(s):                      松下電工株式会社  
財団法人工業技術研究院

2 0 0 3 年    8 月 1 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00779

【提出日】 平成15年 4月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 23/28

【発明の名称】 半導体装置

【請求項の数】 3

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

    【氏名】 福井 太郎

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

    【氏名】 根本 知明

【発明者】

    【住所又は居所】 台湾南投縣草屯鎮南埔里 3 鄰中正路 2 6 9 號

    【氏名】 陳 凱▲其▼

【発明者】

    【住所又は居所】 台湾基隆市信義區義幸里 9 鄰中興路 6 6 號 6 樓之 1

    【氏名】 黄 淑禎

【発明者】

    【住所又は居所】 台湾新竹市東區新莊街 1 7 7 號 5 樓

    【氏名】 李 巡天

【発明者】

    【住所又は居所】 台湾新竹市東區金山里 2 鄰金山北二街 1 8 號

    【氏名】 李 宗銘

【特許出願人】

    【識別番号】 000005832

    【氏名又は名称】 松下電工株式会社

## 【特許出願人】

【識別番号】 591066063

【氏名又は名称】 財団法人工業技術研究院

## 【代理人】

【識別番号】 100087767

【弁理士】

【氏名又は名称】 西川 恵清

【電話番号】 06-6345-7777

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100085604

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 厚夫

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053420

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004844

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 インターポーザー上に半導体素子をフェースダウンで配置すると共にフリップチップ接合して搭載した半導体装置において、半導体素子のフリップチップ接合部に形成される間隙と、フリップチップ接合部以外の半導体素子の表面部とを同一材料の封止樹脂で封止し、放熱用の金属部材を少なくとも一部を露出させた状態で封止樹脂に設けて成ることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 半導体素子のフリップチップ接合部と反対側の面と対向させて金属部材を配置し、半導体素子と金属部材の間に充填される封止樹脂の厚みが 0. 0 3 ~ 0. 2 mmであることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】 封止樹脂の熱伝導率が 1. 2 W/m · K 以上であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インターポーザーに半導体素子をフリップチップ実装すると共に封止樹脂で封止して形成される半導体装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、半導体高集積化の進展に伴い、半導体装置の I / O 数が飛躍的に増加する傾向にある。しかし、従来のリードフレームを使用した S O P (Small Outline Package) や Q F P (Quad Flat Package) ではこれに対応できないので、P B G A (Plastic Ball Grid Array) 等の半導体装置が開発され、ゲートアレイやチップセット等で使用されている。図 6 (a) は P B G A の一例を示すものであり、インターポーザー 1 に半導体素子 2 を搭載し、半導体素子 2 の電極とインターポーザー 1 の端子とを金線やアルミニウム細線などのワイヤ 1 0 で接続すると共に、ワイヤ 1 0 を含めて半導体素子 2 を封止樹脂 3 で封止するようにしてある。そしてインターポーザー 1 の半導体素子 2 を搭載した面と反対側の面には外部

接続用の半田ボール 1 1 が設けてある。

#### 【0 0 0 3】

また、半導体高集積化の進展により、特に一部のチップセット等の用途において、半導体装置からの高い熱放散性が要求されており、放熱用の金属部材 4 を設けることが行なわれている。図 6 (b) はその一例を示すものであり、半導体素子 2 の上に対向させて板状の金属部材 4 を配置し、金属部材 4 の表面が露出するように封止樹脂 3 の表層部に金属部材 4 をインサートするようにしてある。

#### 【0 0 0 4】

しかし、上記のように半導体素子 2 をインターポザー 1 にワイヤ 1 0 で接続するワイヤボンディング法の半導体装置では、半導体素子 2 と金属部材 4 との間にワイヤ 1 0 が存在するので、半導体素子 2 に金属部材 4 を近接させて配置することができず、半導体素子 2 と金属部材 4 の間には通常、0. 2 5 ~ 0. 5 mm 以上の間隔が必要である。従って、半導体素子 2 から金属部材 4 への熱伝導が不十分になり、熱放散性を十分に得ることができず、半導体装置のハイパワー化への対応に問題を有するものであった。

#### 【0 0 0 5】

一方、ゲートアレイ、チップセット、グラフィック等の分野では、I / O 数の増加や動作速度の向上が著しく、金線やアルミニウム細線を用いて接続する上記のワイヤボンディング法に代わって、電気特性に優れ、且つ I / O 数の増加にも対応が容易なフリップチップ接合の適用が望まれている。フリップチップ接合は、例えば図 7 (a) に示す C S P (Chip Scale Package) ように、半導体素子 2 に半田や金などでバンプ 6 を形成し、インターポザー 1 に半導体素子 2 をフェースダウンで搭載し、インターポザー 1 の端子にこのバンプ 6 を接合することによって、バンプ 6 と端子を金属結合によって直接、電氣的に接続するようにしたものである。そしてこの際、半導体素子 2 の表面を湿度から保護したり、バンプ 6 を機械的ストレスから保護したりするために、通常、半導体素子 2 とインターポザー 1 との間の微細な間隙を樹脂で埋めるアンダーフィルと呼ばれる封止が行なわれる。このアンダーフィルの形成は、インターポザー 1 と半導体素子 2 の間は 1 5 ~ 1 0 0  $\mu$  m 程度の微細な間隙であるので、低粘度液状材料の封止

材料を毛細管現象によって注入させた後、加熱硬化させることによって、半導体素子2とインターポザー1との間隙に封止樹脂3aを充填させるようにして行なうのが一般的である。11はインターポザー1に設けた外部接続用の半田ボールであり、この図7(a)のものは通常、FC-BGA (Flip Chip-Ball Grid Array) と呼ばれている。

#### 【0006】

このようにインターポザー1に半導体素子2をフリップチップ接合した半導体装置は、従来のワイヤボンディングした半導体装置に比べて、I/O数の増加に対応が容易なだけでなく、電氣的接続の性能に優れているという利点を有する。しかし、インターポザー1と半導体素子2の間の微細な間隙に低粘度液状材料の封止樹脂3aを毛細管現象で注入させるのに時間がかかるために、アンダーフィルの生産性に問題があり、また毛細管現象という自然現象に頼るために、パンプパターンやフラックス残りなどの影響を受けて低粘度液状材料の封止樹脂3aの流動性が変化し、ボイドがアンダーフィルに残って信頼性低下につながるおそれがあるという問題がある。さらに半導体素子2は背面側が露出しているので、半導体素子2の露出部の端面が欠けるおそれがあるなど、半導体装置をマウントする際のピックアップ性に問題を有する。

#### 【0007】

また、上記のようにインターポザー1と半導体素子2の間隙に低粘度液状材料の封止樹脂3aでアンダーフィルを形成した後、図7(b)のように、半導体素子2の背面側にも封止樹脂3bをモールド成形して封止することも行なわれている。この場合には、半導体素子2は全面が封止樹脂3a, 3bで封止されているので、ピックアップ性などの問題はなくなるが、アンダーフィル封止の工程とモールド封止の工程の両方が必要となって、生産性が一層低下するという問題があると共に、ボイドの問題はそのまま残っており、しかもアンダーフィルの封止樹脂3aとモールド封止の封止樹脂3bとの間に界面ができるため、界面剥離が発生し易いなど、耐半田性などにおいて問題が新たに生じるおそれがある。

#### 【0008】

そこで、減圧化が可能な成形金型を用い、半導体素子2をフリップチップ接合

したインターポザー 1 を成形金型のキャビティ内にセットし、減圧状態でキャビティ内に封止材料を注入することによって、図 7 (c) のようにインターポザー 1 と半導体素子 2 の間の間隙に封止樹脂 3 を充填すると共に半導体素子 2 の背面や側面を封止樹脂 3 で封止するようにした半導体装置が提案されている（特許文献 1 参照）。

#### 【0009】

#### 【特許文献 1】

特開平 7-74194 号公報

#### 【0010】

#### 【発明が解決しようとする課題】

特許文献 1 の発明では、減圧状態でモールド成形を行なうことによって、インターポザー 1 と半導体素子 2 の間の微細な間隙に封止樹脂 3 を充填することが可能になり、インターポザー 1 と半導体素子 2 の間隙と半導体素子 2 の背面や側面を同一の封止樹脂 3 で同時に封止することができるものである。従ってこのものでは封止樹脂 3 に界面が存在せず、界面剥離が発生することがなくなって、耐半田性などの信頼性を高く得ることができるものである。

#### 【0011】

しかしこの図 7 (c) のものでは、半導体素子 2 は全周が封止樹脂 3 で覆われているので、半導体素子 2 からの熱放散性が低く、半導体装置のハイパワー化への対応に問題を有するものであった。

#### 【0012】

本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、耐半田性などの信頼性が高く、しかも熱放散性に優れた半導体装置を提供することを目的とするものである。

#### 【0013】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明の請求項 1 に係る半導体装置は、インターポザー 1 上に半導体素子 2 をフェースダウンで配置すると共にフリップチップ接合して搭載した半導体装置において、半導体素子 2 のフリップチップ接合部に形成される間隙と、フリップチップ接合部以外の半導体素子 2 の表面部とを同一材料の封止樹脂 3 で封止し、

放熱用の金属部材 4 を少なくとも一部を露出させた状態で封止樹脂 3 に設けて成ることを特徴とするものである。

【0014】

また請求項 2 の発明は、請求項 1 において、半導体素子 2 のフリップチップ接合部と反対側の面と対向させて金属部材 4 を配置し、半導体素子 2 と金属部材 4 の間に充填される封止樹脂 3 の厚みが 0.03 ~ 0.2 mm であることを特徴とするものである。

【0015】

また請求項 3 の発明は、請求項 1 又は 2 において、封止樹脂 3 の熱伝導率が 1.2 W/m・K 以上であることを特徴とするものである。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0017】

インターポザー 1 としては、有機基板、セラミック基板、フレキシブル基板等や、これらと金属基板を組み合わせたものなどを例示することができるが、インターポザー 1 として通常使用できるものであれば、何でもよい。

【0018】

また半導体素子 2 としては、シリコンベアチップなどの任意の半導体ベアチップを用いることができるものであり、その片側の回路形成面に半田や金などの金属材料でバンプ 6 が設けてある。

【0019】

そして、インターポザー 1 の上に半導体素子 2 を回路形成面がインターポザー 1 の側を向くフェースダウンで配置し、半導体素子 2 をバンプ 6 でフリップチップ接合することによって、インターポザー 1 の上に搭載するようにしてある。このようにフェースダウンでフリップチップ接合した半導体素子 2 の回路形成面には、フリップチップ接合部においてバンプ 6 の厚みにほぼ相当する 0.015 ~ 0.1 mm 程度の厚みの空隙が間隙として形成されている。

【0020】



ここで、図1 (a) のように、半導体素子2を単体で用い、インターポザー1に直接、半導体素子2をフェースダウンでフリップチップ接合するようにすることができるが、図1 (b) のように複数の半導体素子2をフェースダウンでフリップチップ接合するようにしてもよく、図1 (c) のようにインターポザー1に半導体素子2をフェースダウンでフリップチップ接合する他に、他の受動部品12をインターポザー1に搭載するようにしてもよい。さらに図1 (d) のように半導体素子2を他の受動部品13も同時に搭載されたいわゆるモジュールとして用いるようにしてもよい。図1 (d) の実施の形態はいわゆるスタックドCSPを示すものであって、インターポザー1の上に受動部品13を介して半導体素子2がフェースダウンでフリップチップ接合してあり、受動部品13を金線等のワイヤ10でインターポザー1に接続することによって、半導体素子2を受動部品13を介してインターポザー1に電氣的に接続するようにしてある。従って本発明では、半導体素子2をインターポザー1に直接的にフェースダウンでフリップチップ接合するようにしてもよく、あるいは半導体素子2を受動部品13などを介して間接的にフェースダウンでフリップチップ接合するようにしてもよいものであり、要するに本発明では、少なくとも一つの半導体素子2がフェースダウンでフリップチップ接合されることによって、インターポザー1に搭載されていけばよいものである。また図1 (a) ~ (d) にはすべて、インターポザー1の背面に外部接続用の半田ボール11を設けたものを示したが、インターポザー1の背面に形成したランドで外部接続をするようにしたものなど、他の接続形態に形成することもできる。

#### 【0021】

また、放熱用の金属部材4は熱伝導性の高いものが好ましく、銅、アルミニウム、鉄、ニッケルなどの板や、その表面をメッキ処理したものを例示することができる。この金属部材4は、封止樹脂3を封止成形する際の圧力に耐える必要があるため、撓みにくい強度を持つものであることが好ましく、このために金属の種類によって異なるが、一般に0.1mm以上の厚みであることが好ましい。また、金属部材4と封止樹脂3との界面密着を向上させるため、表面メッキの他、表面化学処理や、ヘアライン形成等の物理的処理を金属部材4の表面に施すよう

にしてもよい。

#### 【0022】

この円板など板状に形成される金属部材 4 には例えば図 3 (a) のように、周囲に複数本の脚片 14 が一体に延出して設けてあり、インターポーザー 1 の上にフェースダウンでフリップチップ接合した半導体素子 2 のフリップチップ接合部と反対側の背面に金属部材 4 を平行に対向させて配置し、脚片 14 をインターポーザー 1 の上に接着剤や半田ペーストなどで接着することによって、固定してある。また図 3 (b) は金属部材 4 の他の実施の形態を示すものであり、一枚の金属板をプレス・打抜き加工して、板状の金属部材 4 の周囲に複数本の脚片 14 を延出すると共に各脚片 14 の先端間を接地部 21 で一体に接続するようにしたものである。金属部材 4 の脚片 14 をインターポーザー 1 に接着する強度は、封止樹脂 3 を封止成形する際の成形温度、成形圧力によって金属部材が移動することを抑えることができるものであればよく、金属部材 4 の脚片 14 のインターポーザー 1 への接着面積などを考慮して決定されるものである。接着剤を用いて接着する場合には、放熱性を助ける目的で熱伝導性接着剤を用いるようにしても良いが、これは必須ではない。

#### 【0023】

そして本発明において、半導体素子 2 のフリップチップ接合部に形成される間隙に封止樹脂 3 を充填してアンダーフィル封止すると共に同じ封止樹脂 3 で半導体素子 2 の背面や側面をモールド封止することによって、図 1 (a) ~ (d) に示すような半導体装置 A を作製するようにしてある。ここで、半導体素子 2 の背面を封止する封止樹脂 3 は、半導体素子 2 と金属部材 4 の間の隙間に充填されるものであり、図 2 に示すように金属部材 4 の表面が全面に亘って封止樹脂 3 から露出されるようにしてある。

#### 【0024】

このように本発明に係る図 1 の半導体装置 A は、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙と、半導体素子 2 の背面や側面とが同一の封止樹脂 3 で封止されており、封止樹脂 3 内には界面が存在しないものであり、従って封止樹脂 3 に界面剥離が発生することがなくなり、耐半田性などの信頼性を高く得ることができる。

ものである。しかも半導体素子 2 から発熱した熱は、封止樹脂 3 を介して金属部材 4 に伝熱され、封止樹脂 3 の表面に露出している金属部材 4 から放熱されるものであり、半導体素子 2 からの熱放散性を高く得ることができ、半導体装置のハイパワー化に容易に対応することができるものである。

#### 【0025】

ここで、図 1 (a), (b), (d) に示す半導体装置 A は、図 3 (a) や図 3 (b) のような金属部材 4 を用いて製造した例を示すものであり、図 1 (b) の実施の形態では、インターポザー 1 に搭載した複数の半導体素子 2 に跨るように金属部材 4 を配置することによって、金属部材 4 を複数の半導体素子 2 に対して共通化するようにしてある。また図 1 (c) の実施の形態では、金属部材 4 で半導体素子 2 を覆うと共に金属部材 4 から庇状に張り出した張り出し部 22 で受動部品 12 を覆い、受動部品 12 の発熱を張り出し部 22 から放熱するようにしてある。

#### 【0026】

ここで、半導体素子 2 はフェースダウンでフリップチップ接合されており、金属部材 4 は半導体素子 2 のフリップチップ接合部と反対側の背面に対向しているので、ワイヤーボンディング接続の場合のようなワイヤが金属部材 4 と半導体素子 2 の間に存在せず、金属部材 4 を半導体素子 2 に近接させて対向させることができ、半導体素子 2 から金属部材 4 への熱伝導性を高めて熱放散性を十分に得ることができるものである。金属部材 4 と半導体素子 2 の対向間隙寸法は 0.3 mm 以下にすることができるが、本発明では 0.03 ~ 0.2 mm の範囲に設定するのが望ましい。金属部材 4 と半導体素子 2 の対向間隙寸法が 0.2 mm を超えると、半導体素子 2 から金属部材 4 への熱伝導性を高めて熱放散性を向上させる効果が不十分になるおそれがあり、逆に金属部材 4 と半導体素子 2 の対向間隙寸法が 0.03 mm 未満の場合、金属部材 4 と半導体素子 2 との間に封止樹脂 3 を完全に充填することが難しくなり、充填不良が生じるおそれがある。

#### 【0027】

次に、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙及び半導体素子 2 の背面や側面を封止成形する方法について説明する。好ましい工法の一つは、固体状態の

封止材料を用いたトランスファーモールド法あるいは液体状の封止材料を用いたリキッドインジェクション法である。これらの工法は、半導体素子 2 及び金属部材 4 を搭載したインターポーザー 1 を成形金型内にセットして、成形金型内を減圧状態にした後、封止材料を成形金型内に導入し、成形金型内で封止材料を加熱加圧することによって、封止材料を硬化させるようにしたものである。このように成形金型内を減圧状態にしない工法では、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙へのアンダーフィル用封止樹脂 3 の充填や、半導体素子 2 と金属部材 4 の間への封止樹脂の充填が不十分となり、充填不良が発生するおそれがある。成形金型内の減圧度は 1 3 h P a ( 1 0 T o r r ) 以下に設定するのが望ましい。

#### 【 0 0 2 8 】

ここで、図 4 は真空トランスファーモールド法で用いられるトランスファー成形金型 7 の一例を示すものであり、上下一対の型板 1 5 , 1 6 から形成してある。上型板 1 5 の下面と下型板 1 6 の上面にはそれぞれキャビティ 8 を形成する凹部が設けてあり、このキャビティ 8 にゲート 1 7 を介してランナー 1 8 が接続してある。またキャビティのゲート 1 7 と反対側には真空ポンプ（図示省略）に連結される吸引路 1 9 が接続してある。さらに、これらのキャビティ 8、ランナー 1 8、吸引路 1 9 を囲むように型板 1 5 , 1 6 の間にパッキン 2 0 を設け、成形金型 7 の型板 1 5 , 1 6 を型締めしたときにキャビティ 8 からの空気漏れがパッキン 2 0 で防止できるようにしてある。

#### 【 0 0 2 9 】

そしてまず、成形金型 7 を開いて、半導体素子 2 及び金属部材 4 を搭載したインターポーザー 1 を下型板 1 6 のキャビティ 8 にセットした後、下型板 1 6 の上に上型板 1 5 を閉じる。そして、上下の型板 1 5 , 1 6 間がパッキン 2 0 で密閉され、且つ上下の型板 1 5 , 1 6 のクランプが行なわれない状態で、真空ポンプを作動させて吸引路 1 9 を通してキャビティ 8 内の脱気を行なうと同時に、成形金型 7 のポット（図示省略）に封止材料のタブレットを投入してポット内の空気漏れを防ぎ、1 ～ 5 秒保持して真空度を高めた後、上下の型板 1 5 , 1 6 をクランプし、ポットのプランジャ（図示省略）を作動させて、ランナー 1 8 からゲート 1 7 を介して溶融した封止材料を上型板 1 5 のキャビティ 8 内に注入する。

**【0030】**

上記のようにキャビティ 8 内を減圧状態にして、封止材料を上型板 15 のキャビティ 8 内に注入すると、封止材料は半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙に流入すると共に、半導体素子 2 の背面と金属部材 4 との隙間に流入し、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙に封止樹脂 3 を充填してアンダーフィル封止すると同時に、同じ封止樹脂 3 で半導体素子 2 の背面や側面をモールド封止することができるものであり、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙の部分及び半導体素子 2 の背面や側面を界面のない封止樹脂 3 で封止した、既述の図 1 (a) ~ (d) のような半導体装置 A を作製することができるものである。

**【0031】**

このとき、キャビティ 8 内は減圧されているため、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の微小な間隙や、半導体素子 2 の背面と金属部材 4 との間の微小な隙間に、空気溜りなどが生じることなく封止材料を良好に流入させることができ、充填不良が発生することなく、短時間で封止材料を充填して封止樹脂 3 による封止を行なうことができるものである。また、半導体素子 2 及び金属部材 4 を搭載したインターポーザー 1 をキャビティ 8 にセットして成形金型 7 を型締めすると、金属部材 4 の半導体素子 2 と反対側の上面はキャビティ 8 に密着するようにしてあり、金属部材 4 の上面は封止樹脂 3 で封止されず、露出するものである。

**【0032】**

ここで、封止材料としては、トランスファ成形による半導体封止に適用可能なものを用いることができるものであり、例えばエポキシ樹脂組成物、シリコン樹脂組成物、不飽和ポリエステル樹脂組成物などを使用することができる。封止材料にはフィラーを配合したものが使用されるが、このフィラーとしては、最大粒径が半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙寸法の  $1/2$  以下であるものを用いるのが好ましい。フィラーの最大粒径が半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙寸法の  $1/2$  を超えるものであると、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の微小な間隙や、半導体素子 2 と金属部材 4 の間の微小な隙間に封止材料が流入し難くなり、充填不良が発生するおそれがあると共に、この微小間隙に封止材料が侵入する際に半導体素子 2 の表面にフィラーが摩擦して傷付き、信頼性

が低下するおそれがある。

#### 【0033】

このフィラーとしては、半導体封止に一般に用いられる熔融シリカの他に、結晶シリカ、アルミナ、窒化珪素、窒化硼素、窒化アルミニウム等の熱伝導性フィラーを用いることができる。このように熱伝導性フィラーを配合することによって、封止樹脂 3 の熱伝導性を向上させることができるものであり、封止樹脂 3 の熱伝導率が  $1.2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  以上であることが好ましい。封止樹脂 3 の熱伝導率が  $1.2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  未満であると、半導体素子 2 から封止樹脂 3 を介して金属部材 4 への熱の伝導性が不十分になり、金属部材 4 を具備することによって熱放散性を向上させる効果が不十分になるおそれがある。封止樹脂 3 の熱伝導率は可能な限り高いほうが好ましいので、上限は特に設定されない。ここで、熱伝導性フィラーは一般に高い硬度を有するので、半導体素子 2 の表面を傷付けることを未然に防ぐために、その最大粒径は半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙寸法の  $1/5$  以下であることがより望ましい。

#### 【0034】

また、上記のように真空トランスファー封止成形を行なうにあたって、成形温度すなわち成形金型 7 の温度は、半導体素子 2 に設けたバンプ 6 を構成する金属の融点から  $5^\circ\text{C}$  低い温度（融点  $-5^\circ\text{C}$ ）よりも低い温度であることが好ましい。成形温度がこの温度を超えて高いと、インターポーザー 1 に半導体素子 2 をフリップチップ接合しているバンプ 6 の強度が弱くなり、トランスファー成形時の熔融封止材料の注入圧力に対してフリップチップ接合が外れ、半導体素子 2 の脱落やフリップチップ接合不良などのトラブルを生じ易くなるものである。成形温度の下限は特に設定されるものではないが、封止材料を硬化させる温度よりも高い温度である必要はある。

#### 【0035】

半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙及び半導体素子 2 の背面や側面を封止成形する方法の他の好ましい工法の一つは、減圧雰囲気下で常温で液体性状の封止材料を用いて封止した後、加圧下で熱硬化させる 2 段階のプロセスによるものである。第 1 段階の減圧雰囲気下で常温で液体性状の封止材料を封止する方

法は、ディスペンサを用いた方法でも良いが、生産性の高さの観点から印刷法であることがより好ましく、市販の「真空印刷機」と呼ばれる設備を使用することが可能である。液状材料を封止する際の減圧雰囲気は $2.7\text{ hPa}$  ( $2\text{ Torr}$ ) 以下であることが好ましく、減圧度が $2.7\text{ hPa}$ を超えると、半導体素子2のフリップチップ接合部へアンダーフィル用封止樹脂3の充填が不十分となる場合がある。

#### 【0036】

また封止工程に引き続く第2段階の加圧下で加熱硬化する工程では、通常、 $0.2\text{ MPa} \sim 0.49\text{ MPa}$  ( $2 \sim 5\text{ kg/cm}^2$ ) の加圧と、封止材料の硬化条件に応じた加熱が行なわれるが、特に制限されるものではない。この工程において、封止材料を硬化させる加熱を行なう前に、加圧下で、 $40^\circ\text{C}$ 以上且つ封止材料の硬化温度以下の温度で、3分間以上、予備加熱を行なうことが好ましい。これは封止材料の樹脂が粘度上昇する前に、半導体素子2のフリップチップ接合部へアンダーフィル用封止材料の充填を促進するためである。 $40^\circ\text{C}$ 以下の温度では、封止材料の粘度を室温に比べて低粘度化する効果が低く、充填を促進する効果が不十分になる。封止材料の加熱による粘度上昇は樹脂の種類により異なるため、定量的には規定できないが、前処理温度が高すぎても、反応による樹脂粘度上昇がすぐに起こるため、好ましい効果を得ることが難しくなる。

#### 【0037】

この工法に使用される液状封止材料としては、エポキシ樹脂組成物やシリコン樹脂組成物などを挙げることができるが、使用される封止材料に含有されるフィラーのうち95質量%以上のフィラーの最大粒子径が、半導体素子2のフリップチップ接合部の間隙寸法の $1/3$ 以下であることが好ましい。最大粒子径が半導体素子2のフリップチップ接合部の間隙寸法の $1/3$ を超える大きな粒子のフィラーが5質量%以上含有されていると、フリップチップ接合部の間隙が大きな粒子のフィラーで堰き止められ、封止樹脂3の充填が不十分になる場合がある。このフィラーとしては、半導体封止に一般に用いられる熔融シリカの他に、熱伝導性を向上させる目的で、結晶シリカ、アルミナ、窒化珪素、窒化硼素、窒化アルミニウム等の熱伝導性フィラーを用いることができる。またストレスを緩和し

、反りを低下させる目的で、液状封止材料に弾性体を分散させて含有させる場合には、上記と同じ理由から分散弾性体のうち 9 0 質量%以上の最大粒子径が、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙寸法の 1 / 3 以下であることが好ましい。

#### 【 0 0 3 8 】

図 5 は本発明の他の実施の形態を示すものであり、図 5 ( a ) のようにインターポーザー 1 の上に複数の半導体素子 2 をマトリクスアレイ状に配置し、各半導体素子 2 をフェースダウンでフリップチップ接合して搭載してある。またこの複数の総ての半導体素子 2 の上に跨がるように金属部材 4 を配置し、金属部材 4 を脚片 1 4 でインターポーザー 1 の上に固定してある。そしてこの複数の半導体素子 2 を搭載したインターポーザー 1 に上記と同様にして封止材料を成形して硬化させることによって図 5 ( a ) のように、各半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙の部分及び各半導体素子 2 の背面と金属部材 4 の隙間や各半導体素子 2 の側面を封止樹脂 3 で一括して封止する。このように各半導体素子 2 を封止樹脂 3 で封止した後、隣り合う半導体素子 2 の間の箇所ではインターポーザー 1 と金属部材 4 及び封止樹脂 3 をダイシング工程で切断し（切断箇所を図 5 ( a ) に鎖線で示す）、各半導体素子 2 を搭載した部分を分割して個片化することによって、図 5 ( b ) のような金属部材 4 がインターポーザー 1 と接していない半導体装置 A を得ることができるものである。

#### 【 0 0 3 9 】

##### 【実施例】

次に、本発明を実施例によって具体的に説明する。

#### 【 0 0 4 0 】

##### （実施例 1）

0. 2 5 mm ピッチで 8 0 0 個の共晶半田バンプ（融点 1 8 3 ℃）をアレイ状に設けた、8 mm × 8 mm × 厚さ 0. 3 mm の半導体素子を用いた。またインターポーザーとして 3 5 mm × 3 5 mm × 厚さ 0. 4 mm の F R - 5 タイプのエポキシ樹脂プリント配線板を用いた。このインターポーザーの表面には電流を流すことによって均一に発熱するようにアルミニウム配線が施してある。そしてこの



インターポザーの上面に半導体素子をフリップチップ接合し、ダウンフェースで搭載した。このとき半導体素子とインターポザーの間のフリップチップ接合部の間隙寸法は $70 \sim 75 \mu\text{m}$ であった。また、放熱用の金属部材として $25\text{mm} \times 25\text{mm} \times$  厚さ $0.2\text{mm}$ の銅板から図3 (b) の形状に絞り加工したものを、この金属部材をインターポザーの上面に耐熱性接着剤で接着して固定した。このとき、金属部材の上面にはニッケルメッキを施し、金属部材の下面には密着を高めるためのヘアライン処理を施した。またインターポザーの上面から金属部材の上面までの高さ（スタンドオフ高さ）が $0.8\text{mm}$ になるように加工した。

#### 【0041】

次に、この半導体素子及び金属部材を搭載したインターポザーを真空成形機構を有するトランスファー成形機の成形金型にセットし、そしてキャビティ内を減圧度約 $1.3\text{hPa}$ （約 $1\text{Torr}$ ）で減圧し、封止材料を $6.9\text{MPa}$ （ $70\text{kgf/cm}^2$ ）の成形圧、 $160^\circ\text{C}$ の成形温度で2分間トランスファー成形した。この封止材料としては、松下電工株式会社製エポキシ樹脂封止材料「CV8710F2」（熱伝導率 $0.9\text{W/m}\cdot\text{K}$ 、フィラーとして溶融シリカ $85$ 質量%含有（最大粒径 $20\mu\text{m}$ 、平均粒径 $5\mu\text{m}$ ））を使用し、封止厚み $0.8\text{mm}$ 、封止範囲 $29\text{mm} \times 29\text{mm}$ で封止した。

#### 【0042】

そして $175^\circ\text{C}$ で4時間アフターキュアすることによって、金属部材が $22\text{mm}$   $\phi$ で露出した図1 (a) の構造の半導体装置を得た。この半導体装置のパッケージを切断して断面を観察したところ、半導体素子と金属部材の間に充填される封止樹脂の厚みは $0.23\text{mm}$ であった。

#### 【0043】

##### （実施例2）

放熱用金属部材のスタンドオフ高さ及び封止厚みを $0.7\text{mm}$ に変更するようにした他は、実施例1と同様にして、金属部材が $22\text{mm}$   $\phi$ で露出した図1 (a) の構造の半導体装置を得た。この半導体装置のパッケージを切断して断面を観察したところ、半導体素子と金属部材の間に充填される封止樹脂の厚みは $0.1$

3 mmであった。

【0 0 4 4】

(実施例 3)

放熱用金属部材を厚み 0. 2 7 mm の銅板から作製するようにした他は、実施例 2 と同様にして、金属部材が 2 2 mm  $\phi$  で露出した図 1 (a) の構造の半導体装置を得た。この半導体装置のパッケージを切断して断面を観察したところ、半導体素子と金属部材の間に充填される封止樹脂の厚みは 0. 0 6 mm であった。

【0 0 4 5】

(実施例 4)

放熱用金属部材を厚み 0. 1 5 mm の銅板から作製するようにし、また金属部材のスタンドオフ高さ及び封止厚みを 0. 9 mm に変更するようにした他は、実施例 1 と同様にして、金属部材が 2 2 mm  $\phi$  で露出した図 1 (a) の構造の半導体装置を得た。この半導体装置のパッケージを切断して断面を観察したところ、半導体素子と金属部材の間に充填される封止樹脂の厚みは 0. 3 8 mm であつた。

【0 0 4 6】

(実施例 5)

封止材料として、熔融シリカの 5 0 質量%をアルミナ（最大粒径 7  $\mu$  m、平均粒径 1. 5  $\mu$  m）で置き換えたものをフィラーとして配合して、熱伝導率を 1. 5 W/m $\cdot$ K に調整するようにしたものをを用いるようにした他は、実施例 1 と同様にして、図 1 (a) の構造の半導体装置を得た。

【0 0 4 7】

(実施例 6)

封止材料として、熔融シリカの 5 0 質量%を窒化硼素（最大粒径 7  $\mu$  m、平均粒径 2  $\mu$  m）で置き換えたものをフィラーとして配合して、熱伝導率を 1. 9 W/m $\cdot$ K に調整するようにしたものをを用いるようにした他は、実施例 1 と同様にして、図 1 (a) の構造の半導体装置を得た。

【0 0 4 8】

(実施例 7)

封止材料として熱伝導率を  $1.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  に調整した実施例 5 のものを用いるようにした他は、実施例 2 と同様にして、図 1 (a) の構造の半導体装置を得た。

#### 【0049】

##### (実施例 8)

封止材料として熱伝導率を  $1.9 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  に調整した実施例 6 のものを用いるようにした他は、実施例 2 と同様にして、図 1 (a) の構造の半導体装置を得た。

#### 【0050】

##### (実施例 9)

放熱用の金属部材として  $25 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \times$  厚さ  $0.2 \text{ mm}$  のアルミニウム板から図 3 (a) の形状に加工したものを、スタンドオフ高さが  $0.7 \text{ mm}$  になるように設定した。その他は、実施例 7 と同様にして、金属部材が  $22 \text{ mm} \phi$  で露出した図 1 (a) の構造の半導体装置を得た。この半導体装置のパッケージを切断して断面を観察したところ、半導体素子と金属部材の間に充填される封止樹脂の厚みは  $0.13 \text{ mm}$  であった。

#### 【0051】

##### (比較例 1)

実施例 1 と同様にしてインターポーザーに半導体素子を搭載した。そして、液状浸入型アンダーフィル封止材料（松下電工株式会社製「CV5183F」：エポキシ樹脂封止材料）を半導体素子のフリップチップ接合部の間隙に注入し、 $100^\circ\text{C}$ 、1 時間の条件で硬化させることによって、図 7 (a) の構造の半導体素子を得た。

#### 【0052】

##### (比較例 2)

実施例 1 と同様にしてインターポーザーに半導体素子を搭載し、そしてまず、液状浸入型アンダーフィル封止材料（松下電工株式会社製「CV5183F」）を各半導体素子のフリップチップ接合部の間隙に注入し、比較例 2 と同様にして硬化させた。

**【0053】**

このようにアンダーフィル封止をした後、半導体素子を搭載したインターポーターを実施例1と同じ成形金型にセットし、実施例1と同様にしてトランスファー成形を行ない、図7(b)の構造の半導体装置を得た。

**【0054】**

(比較例3)

放熱用の金属部材を使用しないようにした他は、実施例1と同様にして、図7(c)の構造の半導体装置を得た。

**【0055】**

上記の実施例1～9及び比較例1～3で得た半導体装置について、インターポーターのコプラナリティー（バンプ上面の平坦性）、耐半田性、温度サイクル信頼性、PCT信頼性、放熱性を測定した。

**【0056】**

ここで、インターポーターのコプラナリティーの測定は、インターポーターの下面を対角線上に表面粗さ計で計測しておこなった。耐半田性は試料数11個で試験を行ない、JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) が定めるレベル2をクリアするとき「◎」、レベル3をクリアするとき「○」、レベル3をクリアできないとき「×」と評価した。温度サイクル信頼性は、-65℃で15分間、室温で5分間、150℃で15分間を1サイクルとして、11個の試料について寒熱サイクル試験を2000サイクル行ない、不良発生までのサイクル回数をカウントして評価した。PCT信頼性は、121℃、2気圧でプレッシャクッカーテストを行ない、不良発生までの時間を測定して評価した。放熱性の試験は、半導体装置のアルミニウム配線に10mAの電流を流し、アルミニウム配線が溶断するまでの時間を測定することによっておこなった。これらの結果を表1に示す。

**【0057】**

【表 1】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6
コプラナリティー	20 $\mu$ m	20 $\mu$ m	20 $\mu$ m	30 $\mu$ m	20 $\mu$ m	20 $\mu$ m
耐半田性	◎	◎	◎	◎	◎	◎
温度サイクル信頼性	2000サイクル	2000サイクル	2000サイクル	2000サイクル	2000サイクル	2000サイクル
PCT信頼性	>500時間	>500時間	>500時間	>500時間	>500時間	>500時間
放熱性	5分	12分	20分	2分	20分	40分

	実施例 7	実施例 8	実施例 9	比較例 1	比較例 2	比較例 3
コプラナリティー	20 $\mu$ m	20 $\mu$ m	30 $\mu$ m	80 $\mu$ m	40 $\mu$ m	50 $\mu$ m
耐半田性	◎	◎	◎	×	○	◎
温度サイクル信頼性	2000サイクル	2000サイクル	2000サイクル	300サイクル	500サイクル	2000サイクル
PCT信頼性	>500時間	>500時間	>500時間	96時間	168時間	>500時間
放熱性	35分	>60分	40分	10分	30秒	30秒

## 【0058】

表 1 にみられるように、各実施例のものは、インターポーザーのコプラナリティー、耐半田性、温度サイクル信頼性、PCT 信頼性、放熱性においてそれぞれ優れるものであった。

## 【0059】

## 【発明の効果】

上記のように本発明の請求項 1 に係る半導体装置によれば、半導体素子のフリップチップ接合部の間隙と、半導体素子の背面や側面とを同じ封止樹脂で界面が形成されることなく封止することができ、耐半田性などの信頼性を高く得ることができるものである。また半導体素子の発熱は金属部材から放熱することができるものであり、しかも半導体素子と金属部材の間に障害となるワイヤーなどがなく、半導体素子に金属部材を近接させて配置することができ、半導体素子から封止樹脂を介して金属部材に良好に熱伝導させて、熱放散性を高く得ることができるものである。

## 【0060】

また請求項 2 の発明によって、金属部材と半導体素子との間に充填不良を発生させることなく封止樹脂を充填することができると共に、高い熱放散性を得る

ことができるものである。

【0 0 6 1】

また請求項 3 の発明によって、半導体素子から封止樹脂を介して金属部材に良好に熱伝導させて、熱放散性を高く得ることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態を示すものであり、(a)，(b)，(c)，(d) はそれぞれ断面図である。

【図 2】

同上の斜視図である。

【図 3】

同上の金属部材を示すものであり、(a)，(b) はそれぞれ斜視図である。

【図 4】

同上のトランスファー成形を示す断面図である。

【図 5】

本発明の他の実施の形態を示すものであり、(a)、(b) はそれぞれ断面図である。

【図 6】

従来例を示すものであり、(a)，(b) はそれぞれ断面図である。

【図 7】

他の従来例を示すものであり、(a)，(b)，(c) はそれぞれ断面図である。

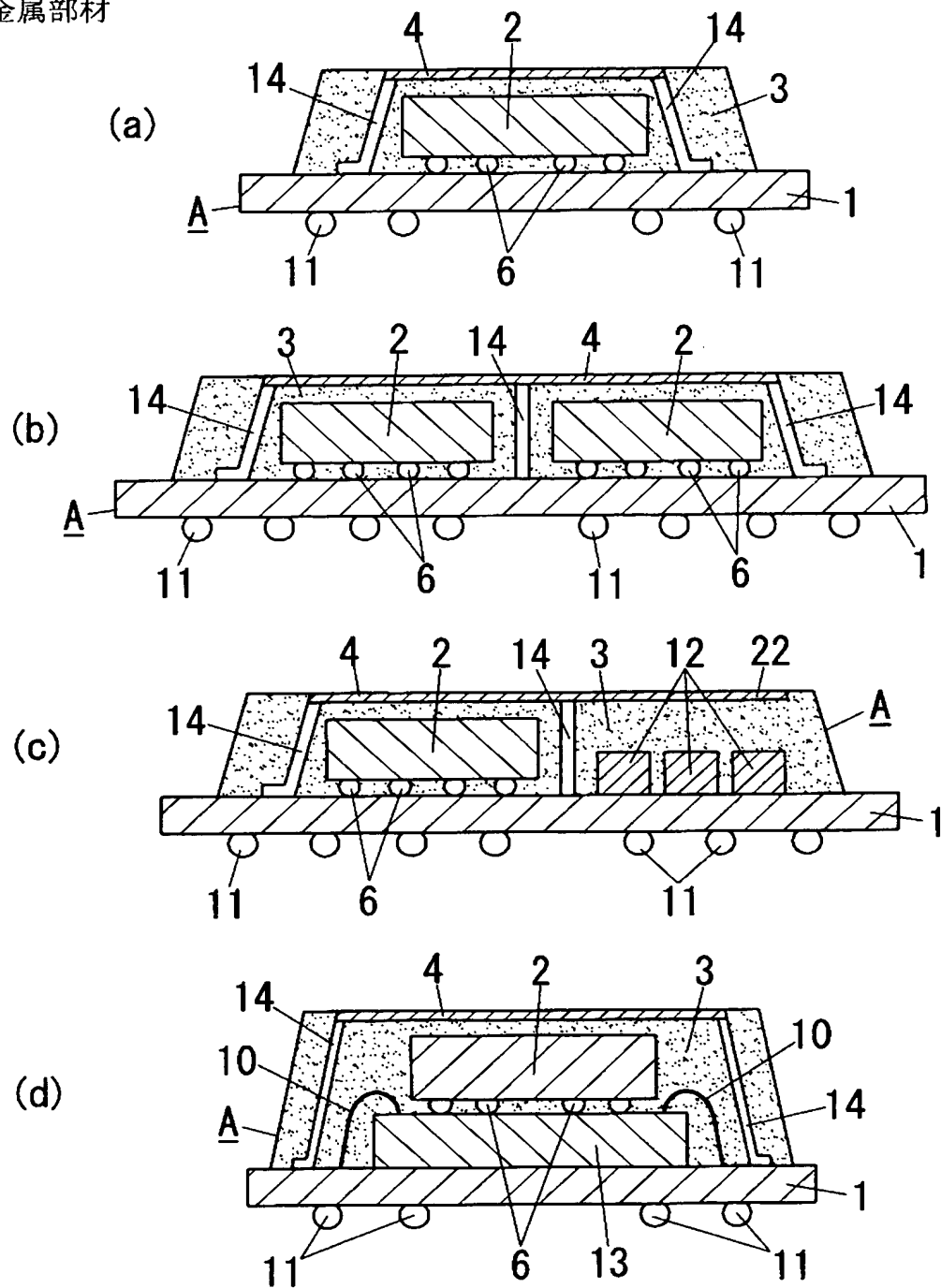
【符号の説明】

- 1 インターポーザー
- 2 半導体素子
- 3 封止樹脂
- 4 金属部材

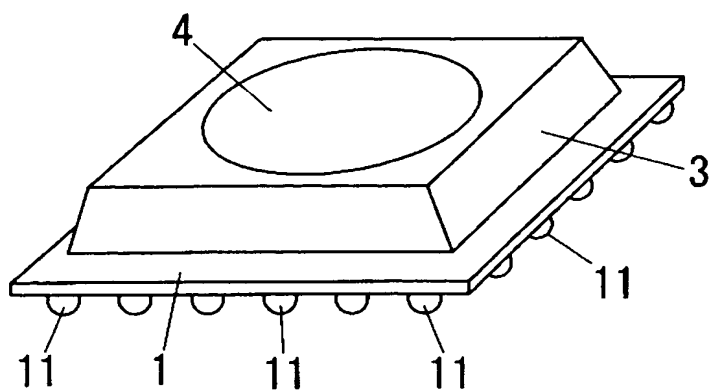
【書類名】 図面

【図 1】

- 1 インターポザー
- 2 半導体素子
- 3 封止樹脂
- 4 金属部材



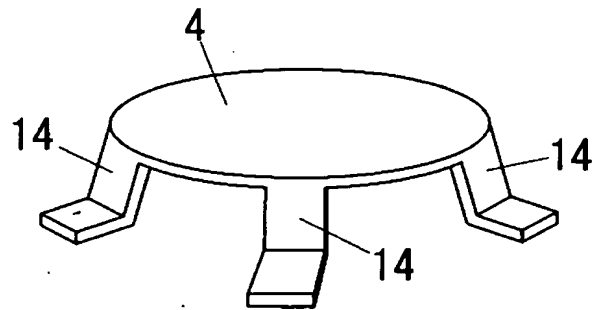
【図 2】



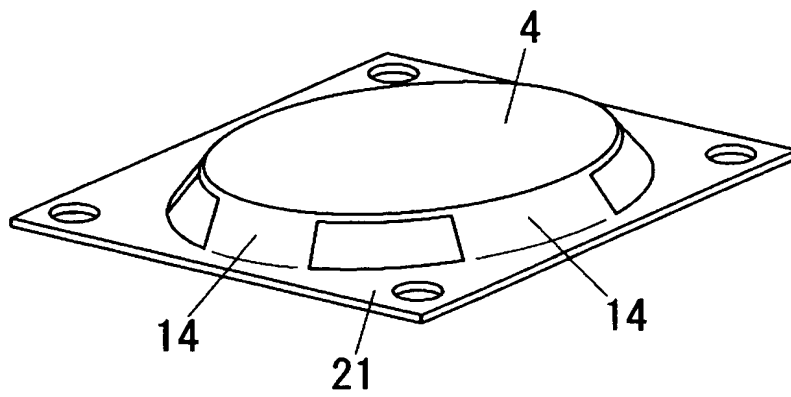


【図 3】

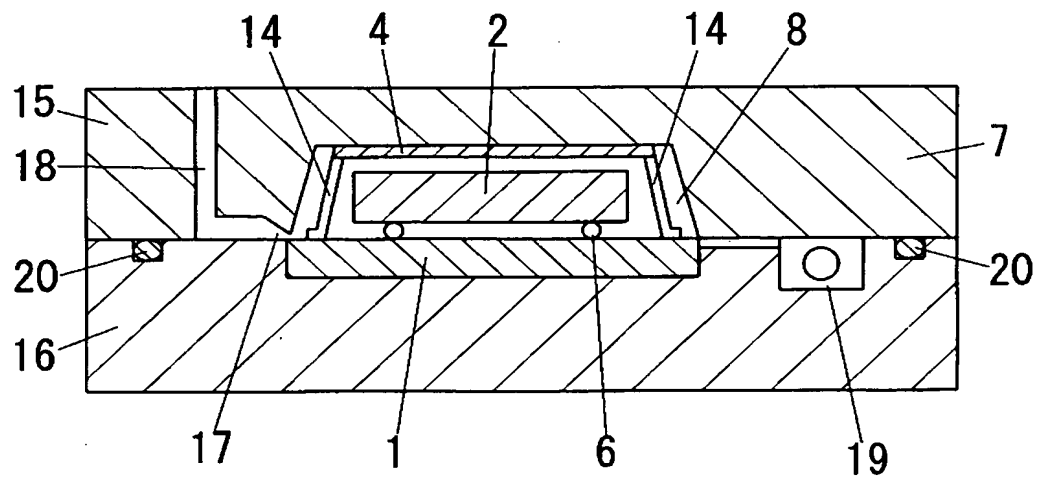
(a)



(b)

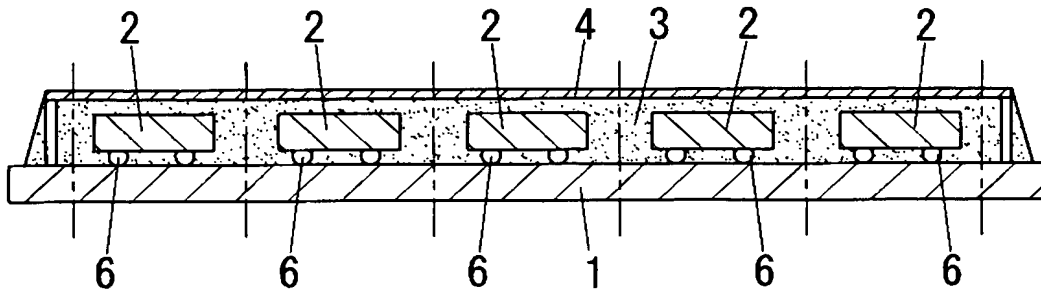


【図 4】

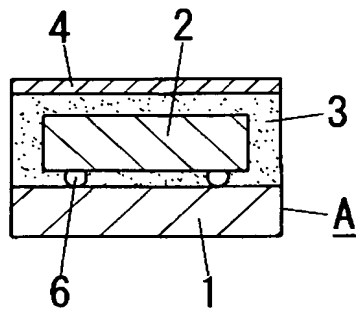


【図 5】

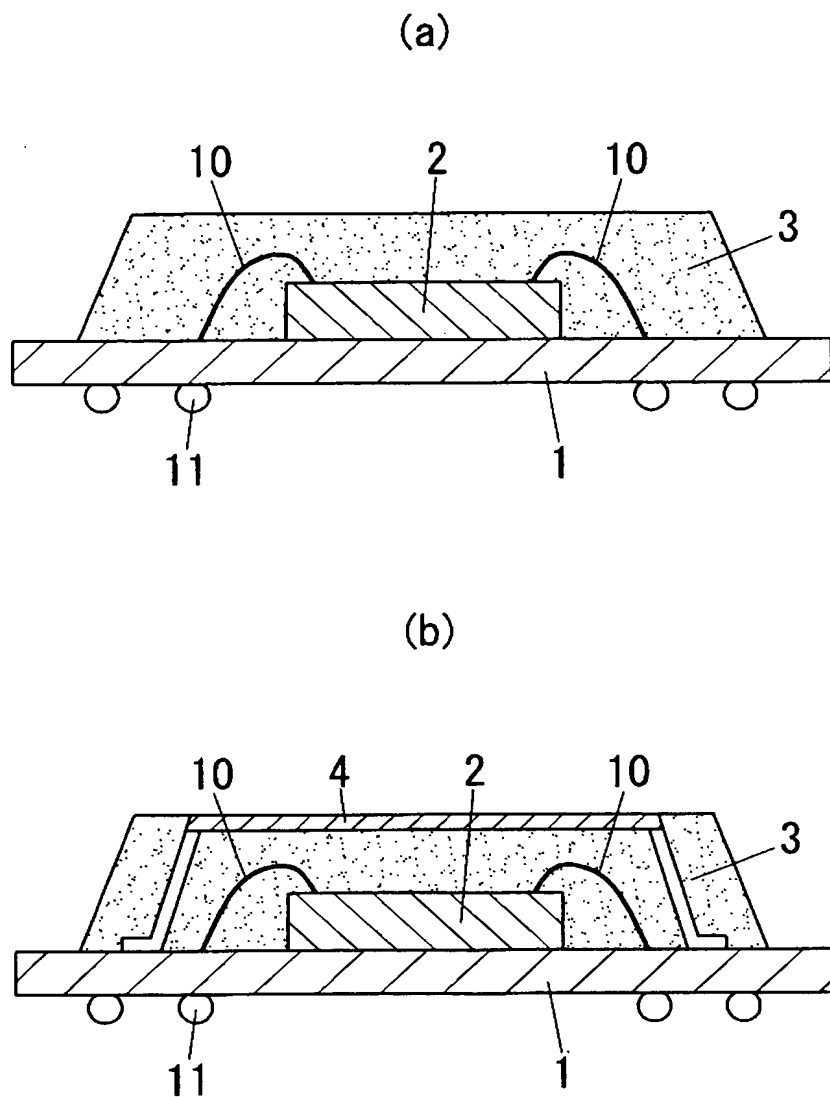
(a)



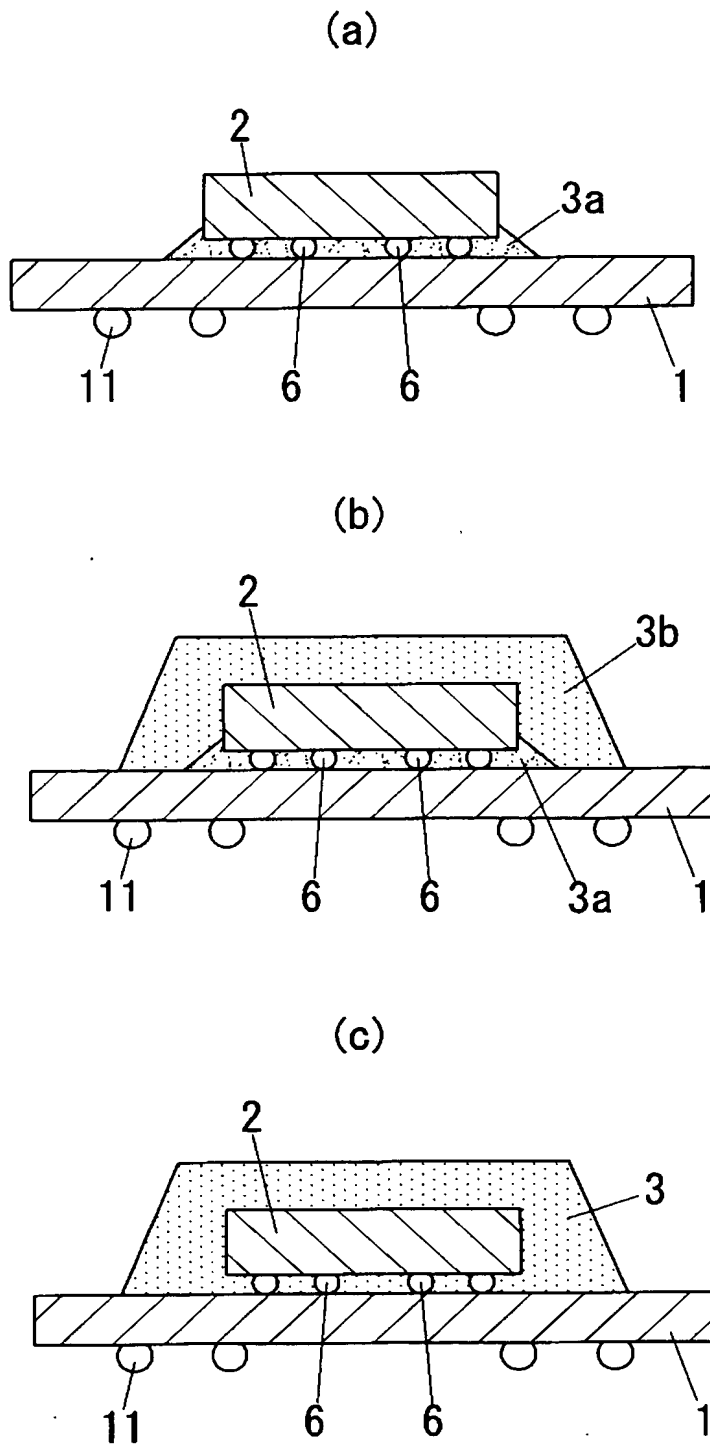
(b)



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐半田性などの信頼性が高く、しかも熱放散性に優れた半導体装置を提供する。

【解決手段】 インターポーザー 1 上に半導体素子 2 をフェースダウンで配置すると共にフリップチップ接合して搭載した半導体装置に関する。半導体素子 2 のフリップチップ接合部に形成される間隙と、フリップチップ接合部以外の半導体素子 2 の表面部とを同一材料の封止樹脂 3 で封止する。そして放熱用の金属部材 4 を少なくとも一部を露出させた状態で封止樹脂 3 に設ける。界面が形成されるようなことなく封止樹脂 3 で封止を行なうことができる。また半導体素子 2 に金属部材 4 を近接させて配置して放熱することができる。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-117507
受付番号	50300670835
書類名	特許願
担当官	笹川 友子 9482
作成日	平成 15 年 4 月 24 日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000005832
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1048 番地
【氏名又は名称】	松下電工株式会社

## 【特許出願人】

【識別番号】	390023582
【住所又は居所】	台湾新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號
【氏名又は名称】	財団法人工業技術研究院

## 【代理人】

申請人

【識別番号】	100087767
【住所又は居所】	大阪市北区梅田 1 丁目 12 番 17 号 梅田第一生命ビル 5 階 北斗特許事務所
【氏名又は名称】	西川 恵清

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100085604
【住所又は居所】	大阪市北区梅田 1 丁目 12 番 17 号 梅田第一生命ビル 5 階 北斗特許事務所
【氏名又は名称】	森 厚夫

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 1 7 5 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 3 2 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地

氏 名

松下電工株式会社



特願 2 0 0 3 - 1 1 7 5 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 5 9 1 0 6 6 0 6 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 1 年 1 0 月 7 日  
[変更理由] 識別番号の二重登録による抹消  
[統合先識別番号] 3 9 0 0 2 3 5 8 2  
住 所 台湾新竹縣竹東鎮中興路四段 1 9 5 號  
氏 名 財團法人工業技術研究院

特願 2 0 0 3 - 1 1 7 5 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 9 0 0 2 3 5 8 2 ]

1. 変更年月日 1 9 9 1 年 1 0 月 7 日  
[変更理由] 識別番号の二重登録による統合  
[統合元識別番号] 5 9 1 0 6 6 0 6 3  
住 所 台湾新竹縣竹東鎮中興路四段 1 9 5 號  
氏 名 財団法人工業技術研究院